

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-281547
(43)Date of publication of application : 10.10.2001

(51)Int.Cl. 602B 15/20
602B 13/18

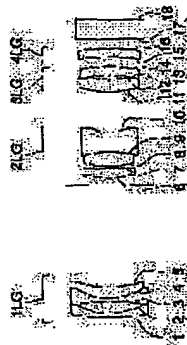
(21)Application number : 2000-093921 (71)Applicant : KONICA CORP
(22)Date of filing : 30.03.2000 (72)Inventor : SATO HIROSHI

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a zoom lens suitably used for a digital still camera using a high pixel type CCD, having a variable power ratio of about 3 and having high image-forming performance.

SOLUTION: This zoom lens is constituted of a 1st negative lens group, a 2nd positive lens group, a 3rd positive lens group and a 4th lens group in order from an object side, and the 4th lens group has at least one aspherical surface. In the case of zooming from a wide-angle end to a telephoto end, the 1st lens group is moved to an image side on an optical axis first, and moved to the object side by reversing its moving direction in the midst of zooming, the 2nd lens group is monotonously moved to the object side on the optical axis, the 3rd lens group is monotonously moved to the object side on the optical axis and the 4th lens group is fixed. When it is assumed that f1 is the focal distance of the 1st lens group, f2 is the focal distance of the 2nd lens group and f3 is the focal distance of the 3rd lens group, the lens satisfies a conditional expression $0.95 < \frac{f1}{f2+1/f3} < 2.25$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(4)

でき、また、第3レンズ群でフォーカシングを行なう際には、被写体距離の変化によっても諸収差の変動を小さく抑えることができる。

【0025】ここで、上記の【1】式から【4】式について説明する。【1】式および【2】式は、十分コンパクトでありながら良好な結像性能を得るためのものである。【1】式の上限を超えると、広角端において第1レンズ群と第2、3レンズ群との間隔が大きくなり、全系統のコンパクト化が困難になる。逆に下限を超えると、第1レンズ群で発生する諸収差が大きくなり、特に、広角端での歪曲収差、倍率色収差、望遠端での球面収差の良好な補正が困難になってしまう。よりコンパクト、高性能なレンズを得るためには、【2】式の範囲内であることがより望ましい。

【0026】【3】式は、第3レンズ群の焦点距離を規定するもので、十分コンパクトでありながら良好な結像性能を得るためのものである。条件式の上限を超えると、第3レンズ群で発生する球面収差、コマ収差が大きくなり、第3レンズ群に非球面を用いたとしても補正が困難になる。条件式の下限を超えると、バックフォーカが増大し、またフォーカシングの際の第3レンズ群の移動量が増大し、全量が多くなるので好ましくない。

【0027】【4】式は、第4レンズ群の屈折力を規定するものである。第4レンズ群を1枚のプラスティックレンズで構成した際に、該レンズの屈折力をこの式の範囲内にすることで、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることが可能となる。

【0028】

【実施例】本発明に係わる上記の条件を満たす実施例について説明する。なお、使用する記号は下記の通りである。

【0029】f：焦点距離
F：Fナンバー
 ω ：半面角
r：レンズ各面の曲率半径
d：レンズ厚、またはレンズ間隔
n_d：屈折率
 ν_d ：アベ数を示す

Δf_a ：常温+30℃でのバックフォーカスの変化量
非球面の形状は、光軸方向にX軸、光軸と垂直方向の高さをhとし、K、A₄、A₆、A₈、A₁₀及びA₁₂を非球面係数としたとき、【数1】で表している。

【0030】

【数1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)/r^2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

【0031】次に、温度変化による屈折率の変化を【数1】に示す。

【0032】

【数2】

	常温での屈折率	常温+30℃での屈折率
*1	1.497	1.493
*2	1.492	1.488

【0033】但し、表1中の(*)印は、プラスティックレンズを表わしている。

(実施例1) 実施例1のレンズ断面を図1に示す。また、レンズデータを表2、及び、表3に示す。

【0034】

【表2】

(3)

但し f₁：第1レンズ群の焦点距離
f₂：第2レンズ群の焦点距離
f₃：第3レンズ群の焦点距離

1. $2 < |f_1|/|f_2 + 1/f_3| < 1.7 \dots \dots [2]$ 式
(3) 被写体距離の変化に応じたフォーカシングは前記第3レンズ群を移動することにより行い、以下の条件式を満たすことを特徴とする前記(1)または(2)に※

0. $4 < |f_1/f_2| < 1.1 \dots \dots [3]$ 式
(4) 前記第4レンズ群は、プラスティックで形成された1枚のレンズで構成され、以下の条件式を満たすことを特徴とする前記(1)、(2)または(3)に記載の※

1 f_w/f₁ < 0.05
但し f_w：全系の広角端の焦点距離

f₄：第4レンズ群の焦点距離
(5) 前記第1レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、両凹レンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの3枚から構成されたことを特徴とする前記(1)から(4)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0011】(6) 前記第2レンズ群は、物体側より順に、1枚の正レンズおよび1枚の負レンズの2枚から構成されたことを特徴とする前記(1)から(5)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0012】(7) 前記第3レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成されたことを特徴とする前記(1)から(5)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0013】(8) 前記第2レンズ群を構成する正レンズのうち、最も物体側の正レンズのd縁における屈折率は、1.75以上であることを特徴とする前記(6)または(7)に記載のズームレンズ。

【0014】(9) 前記第3レンズ群は、少なくとも1面の非球面を有することを特徴とする前記(1)から(8)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0015】次に、【(2)】に記載の発明によれば、負の屈折力を有する第1レンズ群は、光軸上をまず係留に移動し、ズームリングの途中で移動方向を反転して物体側に移動し、正の屈折力を有する第2レンズ群は光軸上を物体側に単調に移動し、正の屈折力を有する第3レンズ群は、光軸上を物体側に単調に移動している。

【0016】このように構成することで、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2、3レンズ群の間隔を変化させて効果的に変倍がおこなえ、光学系全体をコンパクトにすることが可能となる。

【0017】また、第4レンズ群として固定の非球面レンズを配置することで、レンズ系をコンパクトにした際に発生しやすい歪曲収差やコマ収差を良好に補正できる。

【0018】また、前記(3)に記載の発明によれば、

【0019】また、前記(7)に記載の発明によれば、第2レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成されることをより、球面収差やコマ収差をさらに良好に補正することができる。

【0020】また、前記(8)に記載の発明によれば、第2レンズ群を構成する正レンズのうち、最も物体側の正レンズには、d縁における屈折率が1.75以上の高屈折率材料を用いることがのぞましく、全系をコンパクトにしたときにも、第2レンズ群で発生する球面収差を小さくすることができる。

【0021】さらに、前記(9)に記載の発明によれば、第3レンズ群は、少なくとも1面の非球面を有することのぞましく、非球面によりコマ収差を良好に補正

ことができる。

【0022】さらに、前記(9)に記載の発明によれば、

【0023】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0024】さらに、前記(9)に記載の発明によれば、

【0025】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0026】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0027】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0028】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0029】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0030】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0031】また、前記(8)に記載の発明によれば、

【0032】また、前記(8)に記載の発明によれば、

f=6.40~18.25 F=2.88~4.60 2ω=60.4° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n _d	v _d	
1	38.075	0.55	1.88300	40.8	
2	8.253	1.65			
3	-39.360	0.55	1.51633	64.1	
4	7.842	1.68	1.84686	23.8	
5	17.793	A			
6	17.737	1.31	1.88300	40.8	
7	-69.039	0.20			
8	9.229	2.06	1.70154	41.2	
9	-13.924	3.00	1.84686	23.8	
10	8.092	B			
11	13.568	1.85	1.69680	55.5	
12	-110.968	0.45			
13	-30.000	1.20	1.49700*1	56.0	
14	-28.848	C			
15	-30.000	1.20	1.49700*1	56.0	
16	-26.084	1.55			
17	∞	2.69	1.51633	64.1	
18	∞				
可変距離					
f	A	B	C		
6.40	16.02	5.81	1.51		
10.80	7.41	4.51	6.89		
18.25	2.85	3.18	14.78		

[0035]
[表3]

面番号	非球面係数
第13面	
K=-4.09190X10 ⁻³	
A ₄ =-6.78390X10 ⁻⁴	
A ₆ =-1.11230X10 ⁻³	
A ₈ =-1.00180X10 ⁻⁸	
A ₁₀ =2.77130X10 ⁻⁷	
A ₁₂ =-1.25190X10 ⁻⁸	
第14面	
K=2.04340X10 ⁰	
A ₄ =-4.82630X10 ⁻⁴	
A ₆ =1.30280X10 ⁻⁷	
A ₈ =-2.03750X10 ⁻⁸	
A ₁₀ =3.5724X10 ⁻⁷	
A ₁₂ =-1.56110X10 ⁻⁸	
第15面	
K=2.78230X10 ⁻⁴	
A ₄ =-5.04560X10 ⁻⁴	
A ₆ =-3.35070X10 ⁻⁷	
A ₈ =-6.92500X10 ⁻⁹	
第16面	
K=-4.63560X10 ⁻²	
A ₄ =3.32800X10 ⁻³	
A ₆ =4.82060X10 ⁻³	
A ₈ =-6.03600X10 ⁻⁶	
A ₁₀ =3.02540X10 ⁻⁷	
A ₁₂ =-4.28700X10 ⁻⁹	
I	
6.40	
10.80	
18.25	
f ₁ (1/v ₂ +1/v ₃) =1.37	
f ₁ /v ₃ =0.61	
f ₂ /v ₃ =0.02	

【0036】広角端の収束図 (a)、中間域の収束図 (b) 及び遠望端の収束図 (c) を図2に示す。

【0037】本実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が 1.37 となっており、この値は、[1] および [2] 式をもとに満足しており、広角端での強収束、倍率色収差、望遠端での球面収差を良好に補正しながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3] 式で表される数値が 0.61 となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する球収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が 0.02 となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成されており、球面収差やコマ収差を特に良好に補正している。また、第2レンズ群を構成する正レンズのうち、もともと物体側の正レンズには、d 域における屈折率が 1.883 の高屈折率材料を用いており、全球をコンパクトにしなから、第2レンズ群で発生する球面収差を小さく抑えている。

【0038】実施例2のレンズ断面を図3に示す。また、レンズデータを表4、及び、表5に示す。

【0039】

【表4】

f=6.40~18.25 F=2.88~4.55 2 ω =60.3° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n_d	ν_d	
1	28.021	0.55	1.88300	40.8	
2	9.743	1.93			
3	-40.244	0.50	1.51633	64.1	
4	7.687	1.73	1.84666	23.8	
5	14.753	A			
6	17.182	1.31	1.88300	40.8	
7	-83.176	0.20			
8	8.502	2.14	1.70154	41.2	
9	-14.770	2.84	1.84666	23.8	
10	8.091	B			
11	12.788	1.10	1.49700*1	56.0	
12	13.205	0.20			
13	11.615	1.85	1.69680	55.5	
14	210.945	C			
15	-42.031	1.20	1.49700*1	56.0	
16	-33.264	0.76			
17	∞	2.69	1.51633	64.1	
18					
可変間隔					
i	A	B	C		
6.40	16.70	5.48	2.11		
10.80	7.87	4.47	7.12		
18.25	3.04	3.84	14.92		

【0040】

* * 【表5】

面番号	非球面係数	面番号	非球面係数
第11面	$K = 2.73420 \times 10^{-9}$ $A_4 = -5.21670 \times 10^{-4}$ $A_6 = -3.42720 \times 10^{-6}$ $A_8 = -2.79970 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 1.46240 \times 10^{-7}$ $A_{12} = -5.27220 \times 10^{-10}$	第15面	$K = 1.25030 \times 10^{-1}$ $A_4 = -1.54390 \times 10^{-3}$ $A_6 = -1.96650 \times 10^{-4}$ $A_8 = 2.94790 \times 10^{-5}$ $A_{10} = -2.06590 \times 10^{-6}$ $A_{12} = 6.35610 \times 10^{-9}$
第12面	$K = 2.51650 \times 10^0$ $A_4 = -2.80600 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.25510 \times 10^{-6}$ $A_8 = -2.15840 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 6.55360 \times 10^{-6}$ $A_{12} = 2.26110 \times 10^{-9}$	第14面	$K = -1.92600 \times 10^0$ $A_4 = -1.07530 \times 10^{-3}$ $A_6 = -1.37120 \times 10^{-4}$ $A_8 = 2.26660 \times 10^{-5}$ $A_{10} = -1.82590 \times 10^{-6}$ $A_{12} = 5.02310 \times 10^{-9}$
i	Δf_g		
8.40	+0.000		
10.80	+0.003		
18.25	+0.007		
$ f_1(1/f_2+1/f_3) = 1.46$			
$ f_1/f_3 = 0.64$			
$ f_2/f_3 = 0.02$			

【0041】 広角端の収差図 (a)、中間端の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) を図4に示す。

【0042】 実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が1.46となっており、この値は、[1] および [2] 式をともに満足しており、広角端での収差、倍率色収差、望遠端での球面収差を良好に補正しながらコンバクトなレンズ系としている。また、[3] 式で表される数値が0.64となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する倍収差を抑えた上で、コンバクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が0.02となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2 *

f=6.40~18.25 F=2.88~4.55 2 ω =60.3° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n_d	ν_d	
1	38.200	0.55	1.88300	40.8	
2	9.758	1.93			
3	-48.831	0.55	1.51633	64.1	
4	8.184	1.85	1.84666	23.8	
5	17.084	A			
6	14.280	1.33	1.71300	53.9	
7	-58.119	0.20			
8	8.870	2.58	1.74400	44.8	
9	-48.473	0.30			
10	-24.665	2.33	1.84666	23.8	
11	7.659	B			
12	10.145	1.84	1.69350	53.2	
13	118.846	C			
14	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0	
15	-26.312	2.00			
16	∞	3.19	1.51633	64.1	
17	∞				
可変間隔					
i	A	B	C		
6.40	16.71	5.48	1.45		
10.80	7.98	5.17	6.46		
18.25	2.83	5.53	14.88		

【0045】
【表7】

面番号	非球面係数
第12面	$K = 1.26810 \times 10^{-3}$ $A_4 = -3.34190 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.08970 \times 10^{-6}$ $A_8 = 3.91910 \times 10^{-8}$ $A_{10} = -2.91130 \times 10^{-9}$ $A_{12} = 1.26390 \times 10^{-9}$
第15面	$K = 3.33290 \times 10^{-3}$ $A_4 = 5.14870 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.00360 \times 10^{-6}$ $A_8 = -1.73970 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 1.41970 \times 10^{-9}$ $A_{12} = -4.27240 \times 10^{-9}$
Δf	-0.002
Δf_0	-0.002
Δf_1	-0.002
$ f_1/f_0 + 1/f_1 $	1.48
$ f_1/f_0 $	0.69
$ f_1/f_0 $	0.02

* [0046] 広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び遠端の収差図 (c) を図6に示す。

[0047] 実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が1.48となっており、この値は、[1] および [2] 式をともに満足しており、広角端での収差収差、倍率色収差、遠端での収差収差を良好に補正しながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3] 式で表される数値が0.69となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する球収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が0.02となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックスチックレンズで構成した際にも、遠端化時の焦点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成されており、球面収差やコマ収差を特に良好に補正している。

[0048] (実施例4) 実施例4のレンズ断面を図7に示す。また、レンズデータを表8、及び、表9に示す。

* [0049]

* [表8]

f=6.40~18.25 F=2.89~4.20 2 ω=60.8° ~ 21.5°				
面番号	r	d	n _d	ν _d
1	29.224	1.20	1.83300	40.8
2	11.361	2.07		
3	-61.547	0.55	1.51633	64.1
4	10.105	1.66	1.84666	23.8
5	19.753	A		
6	7.590	2.68	1.69350	53.2
7	-26.409	1.65		
8	232.691	0.88	1.84666	23.8
9	7.721	B		
10	11.317	1.80	1.69350	53.2
11	-59.781	C		
12	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0
13	-26.924	1.35		
14	∞	3.19	1.51633	64.1
15	∞			
可変間隔				
f	A	B	C	
6.40	21.94	4.31	3.54	
10.80	9.64	4.36	7.34	
18.25	2.83	2.94	13.35	

[0050]

[表9]

面番号	非球面係数	面番号	非球面係数
第6面	$K = 4.72542 \times 10^{-1}$ $A_4 = -3.72342 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.30078 \times 10^{-6}$ $A_8 = 1.25269 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 1.23666 \times 10^{-8}$	第10面	$K = 9.29959 \times 10^{-1}$ $A_4 = -1.77315 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.99782 \times 10^{-6}$ $A_8 = -6.48756 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 3.48933 \times 10^{-9}$
第7面	$K = -5.03409 \times 10^{-3}$ $A_4 = 3.38590 \times 10^{-5}$ $A_6 = -6.09915 \times 10^{-8}$ $A_8 = -1.20744 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 3.40800 \times 10^{-8}$	第13面	$K = -2.17290 \times 10^{-3}$ $A_4 = 6.69090 \times 10^{-5}$ $A_6 = 1.18219 \times 10^{-8}$ $A_8 = -1.46801 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 5.62529 \times 10^{-9}$
Δf	6.40	Δf_0	-0.002
Δf_0	10.80	Δf_1	-0.002
Δf_1	18.25	$ f_1/f_0 + 1/f_1 $	1.81
		$ f_1/f_0 $	1.08
		$ f_1/f_0 $	0.01

[0051] 広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び遠端の収差図 (c) を図8に示す。

[0052] 本実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が1.81となっており、この値は、[1] 式を満足しているが、[2] 式は満足しておらず、[1] および [2] 式をともに満足している実施例と比較すると、やや大きなレンズ系となっている。また、[3] 式で表される数値が1.08となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する球収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が0.01となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第4レンズ群

20 を1枚のプラスチックスチックレンズで構成した際にも、遠端化時の焦点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2レンズ群は、物体側より順に、1枚の正レンズと1枚の負レンズの2枚から構成されており、球面収差やコマ収差を良好に補正しながら、レンズ枚数を低減して低コスト化を図っている。

[0053] (実施例5) 実施例5のレンズ断面を図9に示す。また、レンズデータを表10、及び、表11に示す。

[0054]

[表10]

面番号	r	d	n_d	ν_d
1	30.978	0.55	1.88300	40.8
2	9.647	1.98		
3	-37.138	0.55	1.51633	64.1
4	4.804	1.77	1.84666	23.8
5	18.454	A		
6	15.828	1.33	1.88300	40.8
7	-99.986	0.20		
8	8.615	2.58	1.70154	41.2
9	-1.2548	2.63	1.84666	23.8
10	7.384	B		
11	10.445	1.64	1.89350	53.2
12	211.314	C		
13	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0
14	-26.375	2.18		
15	∞	3.19	1.51633	64.1
16	∞			
可変関係				
i	A	B	C	
6.40	16.65	5.48	1.45	
10.80	7.98	5.17	6.43	
18.25	2.93	5.53	14.81	

【0055】
【表11】

第11面	面番号	非透過係數
		$K = 5.38333 \times 10^{-4}$
		$A_1 = -2.39194 \times 10^{-4}$
		$A_2 = 1.15412 \times 10^{-5}$
		$A_3 = -1.88640 \times 10^{-6}$
		$A_{10} = 1.12731 \times 10^{-7}$
		$A_{12} = -2.37834 \times 10^{-9}$
第14面		$K = 3.35024 \times 10^{-4}$
		$A_1 = 5.36795 \times 10^{-4}$
		$A_2 = 4.00508 \times 10^{-5}$
		$A_3 = -2.85629 \times 10^{-6}$
		$A_{10} = 4.08492 \times 10^{-8}$
		$A_{12} = 2.13008 \times 10^{-9}$
	δ	$\Delta \delta$
	6.40	-0.002
	10.80	-0.002
	18.25	-0.002
		$ t_1(1/\delta + 1/\delta_0) = 1.48$
		$ t_1/\delta_0 = 0.70$
		$ t_{\infty}/\delta_0 = 0.02$

【0055】広角端の収差図 (a)、中間域の収差図

50 【表12】

(b) 及び望遠端の収差図(c)を図10に示す。

30 および [2] 式をもとに満足しており、広角端での強曲
こわいの数値は、ともに満たして、広角端での強曲
収差、倍率色収差、遠近端での収差収差を良好に補正し
ながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3]
式で表される数値が 0.70 となっており、この値は、

【3】式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する散光を抑え、第2レンズ群で発生する散光を抑え、コンタクト化を達成している。また、【4】式で表される数値が0.02となっており、この値は、【4】式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることができ、また、第2点位置移動を十分小さくすることができ、また、第2レンズ群は、物体側に1枚、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成されており、第2面取巻や凸収差を特に良好に補正している。また、第2レンズ群を構成する正レンズのうち、もともと物体側の正レンズに、d線における屈折率が1.883の高屈折率材料を用いており、全系をコンパクト化しながら、第2レンズ群で発生する散光を抑え小さく抑えている。

[0059]

【0061】広角端の収差図(a)、中間域の収差図

50 [0064]

【0060】
【表13】

第 11 面	面番号	非対称係数
		$K = 1.45401 \times 10^{-2}$ $K_1 = -2.00485 \times 10^{-6}$ $A_0 = -2.53935 \times 10^{-3}$ $A_3 = 3.90157 \times 10^{-6}$ $A_{10} = -2.81608 \times 10^{-7}$ $A_{12} = 7.76141 \times 10^{-9}$
第 14 面		$K = 1.42924 \times 10^{-1}$ $K_1 = 5.08171 \times 10^{-4}$ $A_0 = 5.43237 \times 10^{-6}$ $A_3 = -8.85931 \times 10^{-9}$ $A_{10} = 6.80089 \times 10^{-7}$ $A_{12} = -1.75078 \times 10^{-9}$
	\uparrow	$\Delta \frac{1}{b}$
	6.40	-0.002
	10.80	-0.002
	18.25	-0.001
		$ f_1(1/b + 1/b_0) = 1.00$ $ f_1/b_0 = 0.41$ $ f_0/b_0 = 0.02$

(b) 及び望遠端の収差図 (c) を図 12 に示す。

【0062】本実施例では、[1]および[2]式で表される数値が1.00となっており、この値は、[1]式を満足しているが、[2]式は満足しておらず、

【0063】(実施例7) 実施例7のレンズ断面を図13に示す。また、レンズデータを表14、及び、表15に示す。

【表 14】

f=6.40~18.25 F=2.88~4.15 2ω=80.8° ~ 21.4°					
面番号	f	d	n _d	n _g	μ _d
1	111.999	0.55	1.88300	40.8	
2	18.697	1.47	1.51633	64.1	
3	71.762	0.55	1.84666	23.8	
4	10.765	2.92	1.88300	40.8	
5	16.114	A	1.88300	40.8	
6	17.975	1.24	1.88300	40.8	
7	-149.580	0.20	1.70154	41.2	
8	7.845	2.80	1.84666	23.8	
9	-22.037	1.76	1.88300	40.8	
10	8.807	B	1.88300	40.8	
11	9.188	1.57	1.88300	40.8	
12	39.363	C	1.88300	40.8	
13	-30.000	1.20	1.88300	40.8	
14	-25.184	1.00	1.88300	40.8	
15	∞	3.19	1.88300	40.8	
16	∞		1.88300	40.8	

【表 15】

面 号	非球面係数
第 11 面	K = 5.17300X10 ⁻¹ A ₀ = -2.10047X10 ⁻⁴ A ₂ = -5.83112X10 ⁻⁷ A ₄ = 4.72999X10 ⁻⁷ A ₆ = -1.02769X10 ⁻⁷ A ₈ = 4.57558X10 ⁻⁹
第 14 面	K = -4.81874X10 ⁻¹ A ₀ = 8.47308X10 ⁻⁴ A ₂ = 9.99172X10 ⁻⁶ A ₄ = -8.81918X10 ⁻⁷ A ₆ = 1.35511X10 ⁻⁷ A ₈ = -8.71475X10 ⁻⁹
f	-0.002
6.40	-0.002
10.80	-0.002
18.25	-0.002
1/f ₁ + 1/f ₂ = 2.20	
1/f ₁ / 1/f ₂ = 1.08	
1/f ₁ / 1/f ₂ = 0.02	

Δ領域全体にわたって良好な収差補正が可能になり、高画素タイプの CCD に対応した高画質を実現するズームレンズを提供できる。

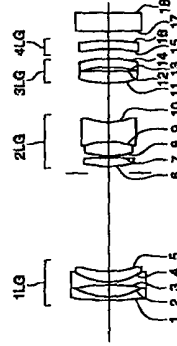
【図面の簡単な説明】
 【図 1】実施例 1 のレンズ断面図である。
 【図 2】実施例 1 の広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。
 【図 3】実施例 2 のレンズ断面図である。
 【図 4】実施例 2 の広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。
 【図 5】実施例 3 のレンズ断面図である。
 【図 6】実施例 3 の広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。
 【図 7】実施例 4 のレンズ断面図である。
 【図 8】実施例 4 の広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。

差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。
 【図 9】実施例 5 のレンズ断面図である。
 【図 10】実施例 5 の広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。
 【図 11】実施例 6 のレンズ断面図である。
 【図 12】実施例 6 の広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。
 【図 13】実施例 7 のレンズ断面図である。
 【図 14】実施例 7 の広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) である。

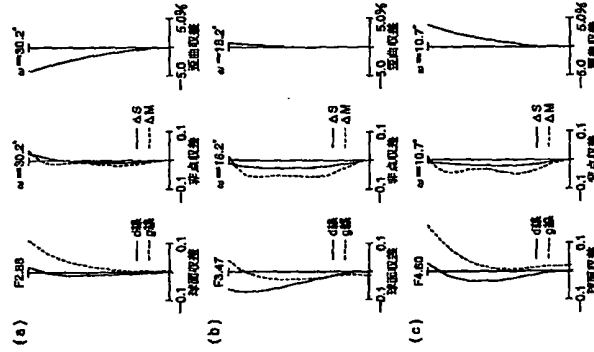
【符号の説明】

1 LG 第 1 レンズ群
 2 LG 第 2 レンズ群
 3 LG 第 3 レンズ群
 4 LG 第 4 レンズ群

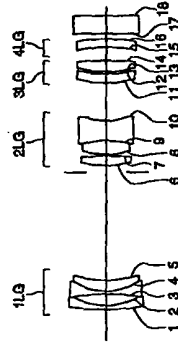
【図 1】



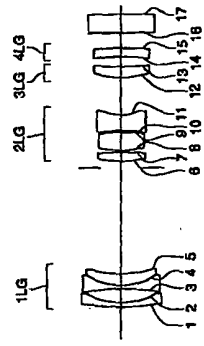
【図 2】



【図 3】



【図 5】

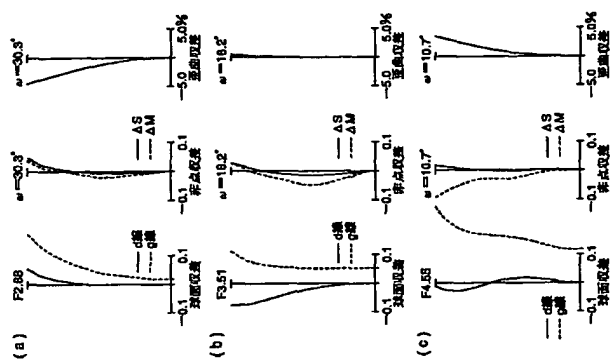


【0066】広角端の収差図 (a)、中間域の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) を図 14 に示す。

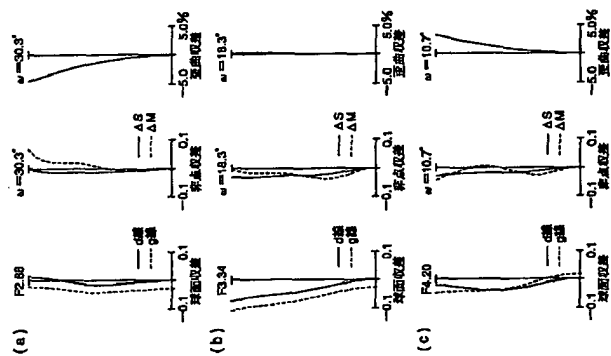
【0067】実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が 2.20 となっており、この値は、[1] 式を満足しているが、[2] 式は満足しておらず、[1] および [2] 式をともに満足している実施例と比較すると、やや大きなレンズ系となっている。また、[3] 式で表される数値が 1.08 となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第 3 レンズ群で発生する倍収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が 0.02 となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第 4 レンズ群を 1 枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることができる。また、第 2 レンズ群は、物体側より順に、2 枚の正レンズと 1 枚の負レンズの 3 枚から構成されており、球面収差やコマ収差を特に良好に補正している。また、第 2 レンズ群を構成する正レンズのうち、もともと物体側の正レンズには、d 線における屈折率が 1.883 の高屈折率材料を用いており、全系をコンパクトにしなから、第 2 レンズ群で発生する球面収差を小さく抑えている。

【0068】
 【発明の効果】以上のようにより構成したので、下記のような効果を奏する。3 倍程度の倍率比を得て、かつ、ズーム

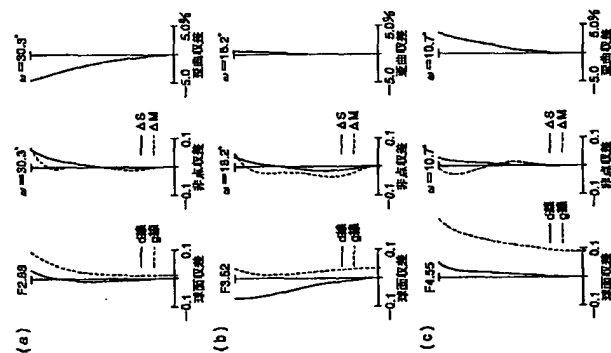
【図10】



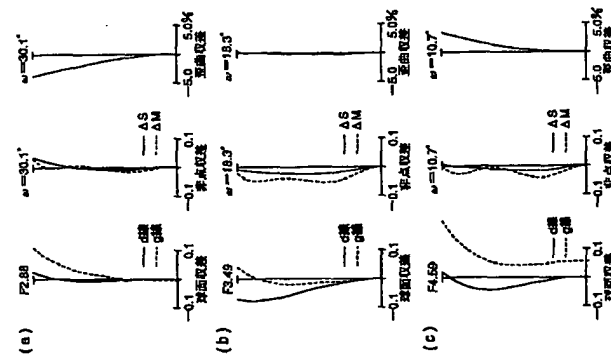
【図8】



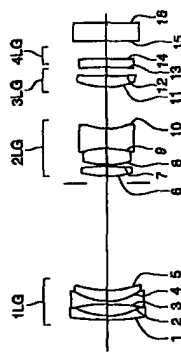
【図6】



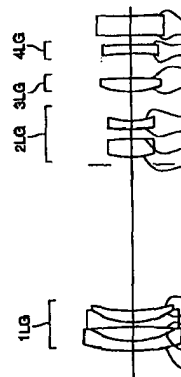
【図4】



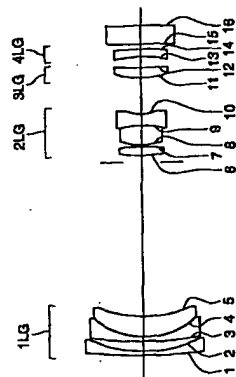
【図9】



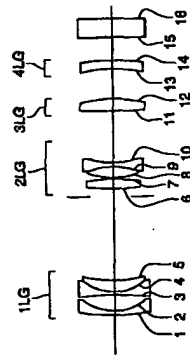
【図7】



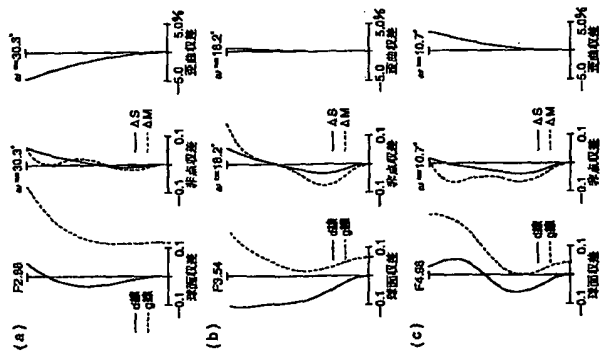
【図13】



【図11】



【図 12】



【図 14】

